



# Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas

## PROCEEDING

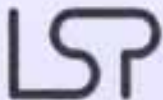
Membudayakan Standar dan Rekayasa Kualitas  
untuk Memperkuat Daya Saing Industri

15 April 2010

Aston Tropicana Hotel & Plaza, Bandung



Jurusan Teknik Industri  
Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat  
Institut Teknologi Nasional



Laboratorium Sistem Produksi  
Institut Teknologi Bandung



Badan Kerja sama Penyelenggara Pendidikan Tinggi  
Teknik Industri (BKSTI)

ISSN 1907-0470



771907 047085

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b>	ii
<b>Susunan Acara Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas</b>	iii
<b>Daftar Makalah Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas</b>	iv
<b>Daftar Isi</b>	xii
<b>Kelompok Sistem Standardisasi dan Penjaminan Kualitas</b>	
<b>Kode Makalah D21</b>	1
Kajian Sensus Ekonomi dan Survei Industri Tentang Standar Nasional Indonesia pada Industri Pengolahan Besar dan Menengah dalam Negeri Oleh: Prihadi Waluyo	
<b>Kode Makalah D22</b>	12
Standar <i>Roundtable on Sustainable Palm Oil</i> (RSPO) untuk Industri Kelapa Sawit Berkelanjutan Oleh: Wawan Kurniawan	
<b>Kode Makalah D23</b>	17
Perancangan Sistem Informasi <i>Updating</i> Konten Dokumen Penjaminan Mutu Standar Iso 9001:2000 sebagai Pendukung Ekspor Industri Kecil Menengah Mebel Kayu (Studi Kasus : CV.Gion dan Rahayu ) Oleh: Retno Wulan Damayanti, Roni Zakaria	
<b>Kode Makalah D24</b>	25
<i>Quality Plan</i> sebagai Upaya Menurunkan Tingkat Kecacatan Oleh: Natalia Hartono, Wenda Theresia, Ciendrawati	
<b>Kode Makalah D25</b>	30
Penerapan Peta Kendali P pada Pengendalian Kualitas di PT XYZ Oleh: Hanny Widjajanto, Laurence	
<b>Kode Makalah D26</b>	39
Pengembangan Model Proses Bisnis Pengajuan Kenaikan Jabatan Akademik dengan Metode <i>Business Process Reengineering</i> untuk Mendukung Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi Oleh: Retno Wulan Damayanti, Haryono Setiadi	
<b>Kelompok Pengembangan Dan Implementasi Strategi Kualitas (TQM, Six Sigma)</b>	
<b>Kode Makalah E21</b>	46
Analisis Pengaruh Kemampuan Proses melalui <i>Six Sigma</i> dan Keterampilan SDM terhadap Kualitas Produk Ban serta Dampaknya pada Kepuasan Konsumen (Studi Kasus di PT. Bridgestone Tire Indonesia) Oleh: H. M. Yani Syafei, Putri Mety Zalynda	

<b>Kode Makalah E22</b>	60
Upaya Peningkatan Kualitas Hasil Produksi Penyulingan Minyak Daun Nilam dengan Menggunakan Konsep <i>Six Sigma</i> (Studi Kasus pada Penyulingan Minyak Daun Nilam di Kecamatan Dongko Kabupaten Trenggalek) Oleh: Nasir Widha Setyanto, Arif Rahman	
<b>Kode Makalah E23</b>	70
Usulan Perbaikan Kualitas pada Proses Produksi Pintu Kendaraan <i>Colt Diesel</i> dengan Menggunakan <i>Six Sigma</i> di PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing I Oleh: Winnie Septiani, Robby Aditiya	
<b>Kode Makalah E24</b>	80
Pendekatan <i>Lean Sigma</i> sebagai Upaya untuk Meminimasi <i>Waste</i> pada Proses Pengemasan Industri Farmasi Oleh: Arif Rahman, Nasir Widha Setyanto, Putri Kartika Riesky Syahindri	
<b>Kode Makalah E25</b>	89
Usulan Penerapan Metode <i>Lean Six Sigma</i> dan Implementasi Metode Respon Permukaan di PT. A Oleh: Rina Fitriana, Nendyo Agung P	
<b>Kode Makalah E26</b>	99
Analisis Pengaruh Implementasi <i>Total Quality Management</i> terhadap Kinerja Karyawan melalui Inovasi di PT World Spinning Mills Oleh: Yani Iriani, Arief Rahmana	
<b>Kelompok Perbaikan Kinerja Manajemen Berbasis Kualitas</b>	
<b>Kode Makalah C31</b>	109
Analisis Kepuasan Pelanggan Asuransi Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Metode <i>Servqual</i> dan Model Kano yang Diintegrasikan dengan <i>Quality Function Deployment (QFD)</i> Oleh: Christine Natalia, Feliks Prasepta S. Surbakti, Juan Marco	
<b>Kode Makalah C32</b>	122
Usulan Aktivitas untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan pada Pasien Bersalin RS Ibu dan Anak (RSIA) dr. Euis Jakarta Menggunakan Metode <i>Quality Benchmarking Deployment</i> Oleh: Triwulandari SD, Arminta Puspitasari	
<b>Kode Makalah C33</b>	127
Perencanaan Strategi Pemasaran dengan Pendekatan <i>Blue Ocean Strategy</i> (Studi Kasus: Pemilihan Mall X, Palembang) Oleh: Maria Ulfah, Meidiana	
<b>Kode Makalah C34</b>	137
Analisis Pengaruh Penerapan Pelayanan Pelanggan dengan Sistem <i>E-Commerce</i> terhadap Tingkat Kepuasan Pelanggan dan Kualitas Jasa Layanan Pelanggan (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Cab. Bandung Unit Distribusi Jabar) Oleh: Erna Mulyati, Liane Okdinawati	

<b>Kode Makalah C35</b>	149
Kajian Penyebab Laten Kecelakaan Kereta Api Menggunakan Kerangka HFACS dengan Pendekatan QFD	
Oleh: Kusmaningrum Soemadi, Angga Prasidi, Arie Desrianty	
<b>Kode Makalah E31</b>	157
Analisis Pengukuran Produktivitas Menggunakan Metode <i>American Productivity Center</i> (Studi Kasus: PT. X)	
Oleh: Shanti K Anggraeni, Ratna Ekawati, Vicky Paragustiyani	
<b>Kode Makalah E32</b>	164
Model Analisis Kualitas Hidup Masyarakat Nelayan Pesisir dengan Pendekatan Dinamika Sistem	
Oleh: Budisantoso Wirjodirdjo, Ode Siti Andini Ladamay	
<b>Kode Makalah E33</b>	176
Analisis Perbandingan antara <i>Net Promoter Score</i> dan <i>Indonesian Customer Satisfaction Index</i> Dihubungkan dengan Pertumbuhan Pendapatan Perusahaan.	
Oleh: Feliks Prasepta S. Surbakti, Christine Natalia, Haryo Budi Prakoso	
<b>Kode Makalah E34</b>	184
Penentuan Media Penjernih untuk Air Minum yang Berkualitas Ditinjau dari Tingkat Kekeruhan dan Kandungan Fe dengan Metode <i>Full Factorial 2<sup>2</sup></i> dan <i>Principal Component Analysis</i>	
Oleh: Fakhрина Fahma, Retno Wulan Damayanti, Hari Sudarmono	
<b>Kode Makalah E35</b>	194
Penentuan Rute Pengangkutan Sampah Berbasis Sistem Informasi Geografis	
Oleh: Suprayogi, Rd. Adriyani Oktora, Herdhi Hermawan	
<b>Kelompok Perbaikan Rancangan Produk dan Proses</b>	
<b>Kode Makalah B21</b>	205
Rancangan <i>Jig &amp; Fixture</i> untuk Proses Produksi <i>Gear</i> Belakang Sepeda Motor Yamaha	
Oleh: Hendro Prassetiyo, Harsono Taroepratjeka, Jonathan Felix	
<b>Kode Makalah B22</b>	214
Analisis Dimensi Kualitas Produk <i>Notebook</i> Kelas Menengah ke Atas	
Oleh: Sri Indrawati, Subagyo	
<b>Kode Makalah B23</b>	221
Penerapan Metode Taguchi untuk Menganalisa Pengaruh Faktor pada <i>Ballpoint</i> terhadap Performansi Penulisan	
Oleh: Hari Adiando, Kinley Aritonang, Henny Effendi	
<b>Kode Makalah B24</b>	231
Analisis Perbaikan Kualitas Proses melalui Metoda <i>Advanced Quality System</i> dan <i>Taguchi Technique</i> dalam Upaya Menghasilkan Kualitas Benang yang Tinggi (Studi Kasus di PT. Grand Textile Industry - Bandung.)	
Oleh: H. M. Yani Syafei, Dedeh Kurniasih	

<b>Kode Makalah B25</b>	243
Pengembangan Metode Taguchi-BPN untuk Perbaikan Kualitas Keramik Berkelanjutan Oleh: Ervina Martyn, Rachmawati Wangsaputra	
<b>Kode Makalah B26</b>	253
Penentuan Komposisi Optimum pada Produk Minuman Limun Menggunakan Metode <i>Mixture Experiment</i> di PT. X Oleh: Nataya Charoonsri Rizani, Brian Sila Jayanti, Andri Bagyo	
<b>Kode Makalah E11</b>	260
Perancangan Fasilitas Kerja yang Ergonomis dengan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Quality Function Deployment (QFD)</i> pada Industri Keripik Ubi Oleh: Rosnani Ginting, Ukurta Tarigan, Budi Santoso	
<b>Kode Makalah E12</b>	269
Perancangan <i>Expert System</i> Berbasis <i>Decision Table</i> dalam Lingkungan <i>Database Relasional</i> untuk Penelusuran Cacat Produk Oleh: Purnomo Budi Santoso, Nasir Widha Setyanto	
<b>Kode Makalah E13</b>	278
Perancangan Mesin Pemilah Telur dan Pengemasan dengan Sistem Matrik Oleh: Aryanto, Budiady, Yohanes Dewanto	
<b>Kode Makalah E14</b>	285
Pemodelan Persamaan Newton-Euler pada Pengembangan <i>Prototype</i> Telapak Tangan <i>Prosthetic</i> Sistem Kabel Internal dalam Menentukan Besarnya Daya Oleh: Lobes Herdiman, Ilham Priadythama, Ana Theresia	
<b>Kelompok Perbaikan Operasi (<i>Cost Reduction, Time Reduction, Flexibility</i>)</b>	
<b>Kode Makalah A21</b>	295
Re-Klasifikasi Item Persediaan dengan Kombinasi Sistem ABC Dan Fuzzy Klasifikasi (ABC-FC) Guna Mengoptimalkan Biaya Investasi Oleh: Winda Nur Cahyo, Raditito Maharjendra	
<b>Kode Makalah A22</b>	302
Peningkatan Kapasitas Produksi melalui Perbaikan Sistem Kerja dan Perancangan Lini Perakitan Menggunakan Metode <i>Tabu Search</i> dengan <i>Partial Random Permutation</i> Oleh: Sumiharni Batubara, Rahmi Maulidya	
<b>Kode Makalah A23</b>	312
Algoritma Pengelompokan ( <i>Clustering</i> ) pada Permasalahan Penjadwalan Kuliah ( <i>Timetabling Problem</i> ) Oleh: Yuli Agusti Rochman	
<b>Kode Makalah A24</b>	317
Penerapan Model <i>Single Stage Supply Chain System</i> untuk Pemesanan Bahan Baku dengan Kendali Kanban pada Industri Perakitan Oleh: Rahmi Maulidya, Sumiharni Batubara	

<b>Kode Makalah A25</b>	326
Rancangan Stasiun Kerja Kritis pada Bagian <i>Assembly</i> di PT. Primarindo Asia <i>Infrastructure</i> , Tbk Berdasarkan Analisis Plibel <i>Checklist</i>	
Oleh: Yanti Helianty, Fitriany Sachriadi, Caccilia Sw	
<b>Kode Makalah A26</b>	338
Model Penentuan Ukuran Lot pada Multistage dengan Mempertimbangkan Proses Tidak Sempurna	
Oleh: Fifi Herni Mustofa, Arie Desrianty, Dini Maharani	
<b>Kode Makalah B31</b>	349
Pengembangan Model Sistem Produksi Gabungan <i>Batch</i> dan <i>Continuous</i> dengan Pendekatan Simulasi	
Oleh: Evi Febianti, Subagyo	
<b>Kode Makalah B32</b>	356
Perbandingan Model <i>Time Series</i> dan Model Duane untuk Perbaikan Kerusakan Sistem	
Oleh: Lie Cin Han, Ig. Joko Mulyono, Suhartono	
<b>Kode Makalah B33</b>	367
Algoritma Modifikasi <i>Non Delay</i> dengan Proses <i>Overlapping</i> untuk Meminimumkan Makespan pada Sistem Produksi <i>Job Shop</i> dengan Mesin Paralel	
Oleh: Dwi Kurniawan, Meilina Herawati, Emsosfi Zaini	
<b>Kode Makalah B34</b>	377
Optimalisasi Jumlah Produk Berkoefisien Fungsi Objektif Fuzzy dan Berkendala Fuzzy (Studi Kasus di PT. X)	
Oleh: Putiri B Katili, Ratna Ekawati, Candra Mustika	
<b>Kode Makalah B35</b>	384
Perencanaan Inventori Model Probabilistik Q Kasus <i>Lost Sales</i> di Supermarket "H" Bandung	
Oleh: Agus Purnomo	
<b>Kode Makalah B36</b>	394
Perancangan Sistem <i>Just In Time</i> untuk Menurunkan <i>Lead Time</i> di PT. X	
Oleh: Natalia Hartono, Nicho Francisco W	
<b>Kode Makalah C21</b>	400
Usulan Perbaikan untuk Pengurangan <i>Waste</i> pada Proses Produksi dengan Metoda <i>Lean Manufacturing</i> (Studi Kasus di PT. PLN (Persero) Jasa dan Produksi, Unit Produksi Bandung)	
Oleh: Ambar Rukmi Harsono, Sugih Arijanto, Fuady Azlin	
<b>Kode Makalah C22</b>	410
Peningkatan Kualitas Keputusan Melalui Pembangunan Sistem <i>Inventory</i> Berbasis <i>Web</i>	
Oleh: Agus Mansur, Azwan Indra Jakti	
<b>Kode Makalah C23</b>	419
Sistem Pengendali Mesin Produksi secara Remote melalui Sarana Jaringan	
Oleh: Agung Saputra, Nanik Handayani, Yohannes Dewanto	

<b>Kode Makalah C24</b>	430
Perancangan Autoloader Mesin Ekspanding Kapasitas 600 pcs/jam dengan Menggunakan PLC	
Oleh: Handoko, Eka Maulana, Yohannes Dewanto	
<b>Kode Makalah C25</b>	439
Penerapan Konsep <i>Lean Manufacturing</i> untuk Menghilangkan Pemborosan pada Lantai Produksi	
Oleh: Dwi Kurniawan, Charles Marulitua, Rspianda	
<b>Kode Makalah C26</b>	447
Usulan Peningkatan <i>Time Utility</i> dengan Minimasi Proses Operasi	
Oleh: Hotma Antoni Hutahaean, Felicia Maria Prita	
<b>Kelompok Perawatan, Keandalan dan Garansi (<i>Warranty</i>)</b>	
<b>Kode Makalah A31</b>	455
Usulan Sistem <i>Preventive Maintenance</i> Mesin untuk Minimasi Kecacatan Produk	
Oleh: Hotma Antoni Hutahaean, Corry Lamria D.Hutahean	
<b>Kode Makalah A32</b>	467
Evaluasi Sistem <i>Maintenance</i> pada <i>Induction Melting Furnace</i> dan <i>Shake Out</i> di Bagian	
Pengecoran Divisi Jasa Pelayanan Pabrik PT. Pupuk Kaltim	
Oleh: Jefri Limeisa, I Made Suardjaja, Victor Malau	
<b>Kode Makalah A33</b>	477
Interval Penggantian Pencegahan Komponen Truk Pengangkut Sampah dengan	
Mempertimbangkan Kerugian Masyarakat	
(Studi Kasus di PD. Kebersihan Wilayah Operasional Bandung Timur)	
Oleh: Kusmaningrum, Liza Yulia, Susy Susanty	
<b>Kode Makalah A34</b>	485
Analisis <i>Maintenance Task</i> dengan Metode RCM	
Oleh: Sapto Hari	
<b>Kode Makalah A35</b>	494
Analisis Faktor-Faktor Kegagalan <i>Drip Coffee Maker</i> Berdasarkan <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	
dan <i>Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)</i>	
Oleh: M. Imron Mustajib, Agung Witadi Sesaro	
<b>Kelompok Perbaikan Kualitas Pendidikan, Keuangan, Kesehatan, Transportasi dan Jasa Lainnya</b>	
<b>Kode Makalah A11</b>	512
Usulan Perbaikan Kualitas Pelayanan Pendidikan Tinggi Menggunakan Metode <i>Student</i>	
<i>Satisfaction Inventory</i> (Studi Kasus PTS X)	
Oleh: Hendang Setyo Rukmi, Ambar Harsono, Rury Moryanda	
<b>Kode Makalah A12</b>	522
Pengukuran Kinerja Fakultas di Perguruan Tinggi "X" Menggunakan Pendekatan <i>Malcolm</i>	
<i>Baldrige Criteria for Performance Excellence (Education Criteria)</i>	
Oleh: Sugih Arijanto, Ambar Rukmi Harsono	

<b>Kode Makalah A13</b>	532
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Studi Mahasiswa dalam Menempuh Pendidikan di Universitas Widyatama	
Oleh: Yani Iriani	
<b>Kode Makalah A14</b>	542
Peningkatan Kualitas Pelayanan SD Teratai Mekar Berdasarkan Analisis <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	
Oleh: Rudy Vernando Silalahi	
<b>Kode Makalah D11</b>	553
Analisis Peningkatan Intensi Kontinuitas Penggunaan E-Learning di PT Telekomunikasi Indonesia Tbk.	
Oleh: Dewi Prastiti Yuastini, Yati Rohayati	
<b>Kode Makalah D12</b>	560
Perbaikan Kinerja Layanan Bank dengan Pendekatan <i>Lean Service</i>	
Oleh: Asep Ridwan, Neni Roheni	
<b>Kode Makalah D13</b>	570
Pentingnya Kualitas Produk dan Pelayanan Bagi Pelanggan dalam Upaya Meningkatkan Kesenambungan dan Eksistensi Perusahaan Jasa Logistik	
Oleh: I Wayan Kemara Giri	
<b>Kode Makalah D14</b>	579
<i>Auditing Warehouse Performance</i> untuk Meningkatkan Pelayanan dan Daya Saing Perusahaan (Studi Kasus: PT X)	
Oleh: Rienna Oktarina	
<b>Kode Makalah D31</b>	586
Penentuan Dimensi Kualitas Jasa Industri <i>Hypermarket</i> dengan Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	
Oleh: Rudy Vernando Silalahi	
<b>Kode Makalah D32</b>	597
Perbaikan Kualitas Pelayanan PT. POS Indonesia Cabang Sadang Serang	
Oleh: Retno Indriartiningtias	
<b>Kode Makalah D33</b>	605
Usulan Perbaikan Kualitas Layanan Tempat Olah Raga Futsal Berdasarkan Peta Posisi, Analisis Klaster dan Peta Preferensi	
Oleh: Dwi Novirani, Hendang Setyo Rukmi, Riki Indrakusumah	
<b>Kode Makalah D34</b>	614
<i>Business Process Improvement</i> terhadap Pelayanan Pembuatan KTP di Kecamatan Jebres Surakarta Menggunakan IDEF0	
Oleh: Ilham Priadythama, Irwan Iftadi, Erdiyanto Karo-Karo	
<b>Kode Makalah D35</b>	625
Pengembangan <i>Network Location Model</i> dengan <i>Split Demand</i> untuk Memaksimalkan Ekspektasi Jumlah Pelanggan (Studi Kasus Minimarket di Kota Surakarta)	
Oleh: Eko Liquidanu, I Wayan Suletra, Aryantiningasih	



<b>Kode Makalah D36</b>	635
<i>Case-Based Reasoning</i> untuk Menjaga Mutu Pelayanan Purna Jual <i>Otomotive</i> Oleh: Mochammad Choiri, Purnomo Budi Santoso	
<b>Kelompok Perbaikan Kualitas Industri Kecil dan Menengah</b>	
<b>Kode Makalah C11</b>	645
Peningkatan Produktivitas pada Industri Manik-Manik Kaca melalui Perbaikan Sikap Kerja Pengrajin Oleh: Priscilla Tamara, Peniel Immanuel Gultom	
<b>Kode Makalah C12</b>	652
Prioritas Pengembangan Industri Kecil dan Menengah (IKM) Menggunakan <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) Studi Kasus pada IKM Mebel Anggota ASMINDO Jepara Oleh: Irwan Sukendar, Sukarno Budi Utomo, Ajib Saifurrahman	
<b>Kode Makalah C13</b>	659
Rumusan Strategi Kualitas Produk yang Berorientasi pada Tuntutan Pelanggan (Studi Kasus pada IKM Perakit Komputer Tidak Bermerek di Kota Bandung) Oleh: Chevy Herli Sumerli A.	
<b>Kode Makalah C14</b>	668
Strategi Manajemen Berdasarkan Analisis <i>Risk Management</i> (Studi Kasus di <i>Lestari Collection</i> ) Oleh: Yuniar, Rspianda, Bambang	
<b>Kelompok Aspek Sumber Daya Manusia dalam Masalah Kualitas</b>	
<b>Kode Makalah B11</b>	677
Peningkatan Kualitas Kerja Berdasarkan Beban Kerja Operator Unit Produksi <i>Residue Catalytic Cracking</i> Pertamina (Studi Kasus di Unit Proses RCC Pertamina UP-VI Balongan) Oleh: Yuniar, Caecilia Sri Wahyuning, Fhirendy B	
<b>Kode Makalah B12</b>	685
Usulan Perbaikan Kebijakan Manajemen Terkait Aktivitas Manajemen Sumber Daya Manusia Berdasarkan <i>The Success System Model</i> di Itenas Oleh: Yoanita Yuniati, Abu Bakar, Andani, Elsha	
<b>Kode Makalah B13</b>	694
Analisis <i>Cost Avoidance</i> untuk Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja sebagai Perbaikan Operasi Oleh: Muhammad Ragil Suryoputro	
<b>Kode Makalah B14</b>	704
Optimalisasi Biaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Unit Praska dengan Menggunakan Metode <i>Centro Regional De Seguridad Y Salud Occupational</i> (CERSSO) di PT. Pindad Persero Bandung Oleh: Dwi Novirani, Caecilia Sri Wahyuning, Gita Gilang	

# MODEL PENENTUAN UKURAN LOT PADA *MULTISTAGE* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PROSES TIDAK SEMPURNA

**Fifi Herni Mustofa, Arie Desrianty, Dini Maharani**  
Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional  
Jl. PHH Mustafa No. 23 Bandung  
Email: [fifi@itenas.ac.id](mailto:fifi@itenas.ac.id) , [adesrianty@itenas.ac.id](mailto:adesrianty@itenas.ac.id)

## Abstrak

*Tidak semua proses produksi mengalami proses sempurna. Proses produksi yang tidak sempurna dapat disebabkan oleh kegagalan mesin. Kegagalan mesin tidak selalu dinyatakan dengan status bahwa mesin dalam keadaan rusak dan tidak dapat beroperasi, melainkan juga dapat dinyatakan oleh kondisi yang mencerminkan ketidakmampuan mesin untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan spesifikasi tertentu. Kegagalan proses produksi akibat kegagalan mesin akan menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan dikategorikan sebagai produk gagal. Adanya sejumlah produk gagal akibat ketidaksempurnaan proses mengharuskan produsen melakukan pemeriksaan produk. Tujuan dilakukannya pemeriksaan pada produk adalah untuk menjaga kualitas produk tetap terkendali. Agar hasil pemeriksaan akurat maka pemeriksaan dapat dilakukan pada keseluruhan produk atau dengan cara sensus. Jika proses pemeriksaan dengan cara sensus tidak dapat dilakukan, maka dapat dilakukan pemeriksaan dengan cara sampling. Konsekuensi pemeriksaan dengan cara sampling adalah informasi mengenai produk tidak akan diperoleh secara keseluruhan. Dalam produksi multistage dipertimbangkan adanya produk setengah jadi. Masing-masing kondisi produk dinyatakan dengan level, produk jadi sebagai level pertama, produk setengah jadi sebagai level berikutnya, dan bahan baku sebagai level terakhir. Tetapi model ini tidak mempertimbangkan adanya ongkos penalti, karena mengasumsikan bahwa keseluruhan permintaan akan selalu terpenuhi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu model penentuan ukuran lot produksi setiap level pada produksi multistage yang mempertimbangkan proses tidak sempurna dengan kriteria minimisasi total ongkos satu siklus produksi.*

**Kata kunci:** Multistage, kegagalan mesin, pemeriksaan

## 1. Pendahuluan

Sistem manufaktur berdasarkan pesanan merupakan sistem yang melakukan kegiatan produksi berdasarkan pesanan yang diterima dengan produk yang dihasilkannya mengikuti permintaan konsumen. Pada sistem manufaktur ini kemampuan untuk memenuhi seluruh pesanan sesuai dengan volume pemesanan dan jadwal yang telah disepakati merupakan salah satu kunci persaingan (Dimiyati, 2004). Oleh karena itu diperlukan perencanaan lot produksi, karena perencanaan lot produksi merupakan faktor yang menentukan jumlah optimal produk yang akan diproduksi pada setiap proses produksi untuk meminimisasi total ongkos (Tersine, 1994).

Pada kenyataannya, tidak semua proses produksi mengalami proses sempurna. Hal ini dapat disebabkan oleh kegagalan mesin. Kegagalan mesin tidak selalu dinyatakan dengan status bahwa mesin dalam keadaan rusak dan tidak dapat beroperasi, melainkan juga dapat dinyatakan oleh kondisi yang mencerminkan ketidakmampuan mesin untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan spesifikasi tertentu (Soemadi, 2004). Kegagalan proses produksi akibat kegagalan mesin akan menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan dikategorikan sebagai produk gagal.

Ben Daya dan Rahim (2003) membahas tentang model penentuan ukuran lot pada produksi *multistage* yang mempertimbangkan proses tidak sempurna. Dalam produksi *multistage* dipertimbangkan adanya produk setengah jadi. Masing-masing kondisi produk dinyatakan dengan level, produk jadi sebagai level pertama, produk setengah jadi sebagai level berikutnya, dan bahan baku sebagai level terakhir. Tetapi model ini tidak mempertimbangkan adanya ongkos penalti, karena mengasumsikan bahwa keseluruhan permintaan akan selalu terpenuhi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Astria (2006) membahas model penentuan ukuran lot produksi akibat

kegagalan proses untuk kasus *single stage*. Model ini tidak mempertimbangkan adanya produk setengah jadi dalam proses produksinya.

Adanya sejumlah produk gagal akibat ketidaksempurnaan proses mengharuskan produsen melakukan pemeriksaan produk. Tujuan dilakukannya pemeriksaan pada produk adalah untuk menjaga kualitas produk tetap terkendali. Agar hasil pemeriksaan akurat maka pemeriksaan dapat dilakukan pada keseluruhan produk atau dengan cara sensus. Jika proses pemeriksaan dengan cara sensus tidak dapat dilakukan, maka dapat dilakukan pemeriksaan dengan cara sampling. Konsekuensi pemeriksaan dengan cara sampling adalah informasi mengenai produk tidak akan diperoleh secara keseluruhan (Juran & Gryna, 1993). Hasil dari pemeriksaan dengan cara sampling mempengaruhi keputusan untuk menolak atau menerima lot sehingga akan terdapat probabilitas kesalahan dalam pemeriksaan yaitu menolak produk baik atau sebaliknya menerima produk gagal. Perdana (2008) membahas model penentuan ukuran lot produksi dengan pemeriksaan sampling pada kasus *single stage*.

Penelitian-penelitian sebelumnya tidak mempertimbangkan ongkos penalti, karena diasumsikan jumlah permintaan harus selalu terpenuhi. Dalam kenyataannya terdapat kemungkinan produk akhir yang dihasilkan tidak mampu memenuhi jumlah permintaan sehingga produsen diharuskan membayar sejumlah ongkos penalti. Oleh karena itu diperlukan suatu model penentuan ukuran lot produksi bahan baku, produk setengah jadi, dan produk jadi dengan mempertimbangkan ketidakmampuan pemenuhan sejumlah permintaan akibat proses tidak sempurna.

## 2. Pendekatan Pengembangan Model

Model penentuan ukuran lot pada produksi *multistage* dengan mempertimbangkan proses tidak sempurna bertujuan untuk menentukan ukuran lot produksi yang tepat pada masing-masing level dalam produksi *multistage*. Model ini mempertimbangkan proses produksi yang mengalami kegagalan sehingga menghasilkan produk gagal dan dikategorikan *reject*. Dalam mengembangkan model ini dilakukan beberapa langkah sehingga tujuan dapat tercapai. Langkah pertama adalah dengan merancang karakteristik sistem sesuai dengan model yang dipelajari. Model yang dijadikan dasar adalah Ben Daya dan Rahim (2003) untuk menentukan jumlah ukuran lot produksi dengan mempertimbangkan proses tidak sempurna dan kesalahan pemeriksaan, sehingga kemungkinan terdapat perbedaan ukuran lot produksi pada masing-masing level. Model Perdana (2008) untuk menentukan sampling penerimaan yang dilakukan, dan penentuan probabilitas kegagalan produk didasarkan pada model Astria (2006).

Selanjutnya identifikasi notasi yang dibutuhkan dalam pemodelan, notasi yang digunakan diambil dari model-model dasar yang dipelajari. Komponen ongkos yang digunakan ditentukan berdasarkan kebutuhan dari sistem yang dibuat. Komponen ongkos meliputi ongkos *set up*, ongkos produksi, ongkos pemeriksaan, dan ongkos penalti. Posisi penelitian yang dilakukan terhadap penelitian-penelitian lain yang berkaitan dapat dilihat pada Gambar 1.

Kriteria	Model-Model			
	Keterangan	Ben Daya dan Rahim (2003)	Perdana (2008)	Penelitian
Fungsi Tujuan	Minimisasi Ekspektasi Total Cost (ETC)	Minimisasi Ekspektasi Total Cost (ETC)	Minimisasi Ekspektasi Total Cost (ETC)	Minimisasi Ekspektasi Total Cost (ETC)
Variabel Keputusan	Ukuran lot produksi pada setiap level ke- <i>j</i> dan ukuran sampel	$Q_j$ : Ukuran lot produksi pada setiap run produksi ke- <i>j</i>	$Q_j$ : Ukuran lot produksi pada setiap run produksi ke- <i>j</i>	$Q_j$ : Ukuran lot produksi pada setiap level ke- <i>j</i>
Komponen Ongkos	Ongkos pengendalian kualitas, ongkos set up dan persediaan, ongkos pemeriksaan, dan ongkos perbaikan	Ongkos set up, ongkos penalti, ongkos produksi, ongkos inspeksi, dan ongkos melokasikan produk cacat	Ongkos set up, ongkos produksi, ongkos pemeriksaan, dan ongkos penalti	Ongkos set up, ongkos produksi, ongkos pemeriksaan, dan ongkos penalti
Status yang terungkap	Jumlah produk cacat	Jumlah demand yang belum terpenuhi	Jumlah demand yang belum terpenuhi	Jumlah produk cacat dan jumlah demand yang belum terpenuhi
Kondisi	Multistage	Singlestage	Multistage	Multistage

Gambar 1. Posisi Penelitian

Setelah pengembangan model, dilakukan pengujian model untuk mengetahui cara kerja model penentuan ukuran lot produksi, sehingga dapat terlihat seberapa besar kemampuan model tersebut dalam menyelesaikan masalah pemenuhan permintaan. Pengujian tersebut dilakukan dengan cara menentukan ukuran lot produksi yang mempertimbangkan jumlah produk gagal yang terbentuk akibat dari proses produksi yang tidak sempurna. Pengujian model dilakukan dengan menggunakan data hipotetik.

### 3. Pengembangan Model

Notasi-notasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- $R$  = Jumlah *stage*
- $n$  = *Stage* ke- $n$  ( $n = 1, 2, \dots, R$ )
- $L$  = Jumlah level
- $j$  = Level ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, L$ )
- $D$  = Jumlah permintaan
- $K_n$  = Kapasitas produksi di *stage* ke- $n$
- $\mu$  = Jumlah permintaan yang belum terpenuhi
- $Q_j$  = Ukuran lot produksi di level ke- $j$
- $N_n$  = Jumlah produk gagal yang terjadi di *stage* ke- $n$
- $k_n$  = Ukuran sampel pemeriksaan di *stage* ke- $n$
- $Pa_n$  = Probabilitas penerimaan di *stage* ke- $n$
- $\alpha_n$  = Probabilitas kesalahan menolak produk baik di *stage* ke- $n$
- $1 - \alpha_n$  = Probabilitas benar menerima produk baik di *stage* ke- $n$
- $\beta_n$  = Probabilitas kesalahan menerima produk gagal di *stage* ke- $n$
- $1 - \beta_n$  = Probabilitas benar menolak produk gagal di *stage* ke- $n$
- $Pc_0$  = Probabilitas terjadinya produk gagal di *stage* ke 0 (persiapan)
- $i_n$  = Laju kenaikan probabilitas produk gagal di *stage* ke- $n$
- $Pc_n$  = Probabilitas terjadinya produk gagal di *stage* ke- $n$
- $x$  = Run produksi
- $A_n$  = Ongkos *set up* di *stage* ke- $n$
- $p$  = Ongkos penalti/unit
- $c_n$  = Ongkos proses produksi/unit di *stage* ke- $n$
- $v_n$  = Ongkos pemeriksaan/unit di *stage* ke- $n$
- $\pi_{p,n}$  = Ongkos menerima produk gagal/unit di *stage* ke- $n$
- $s_n$  = Ongkos kegagalan produksi/unit di *stage* ke- $n$
- $P(\mu)$  = Ongkos penalti
- $CP_n$  = Ongkos produksi di *stage* ke- $n$
- $CI_n$  = Ongkos pemeriksaan di *stage* ke- $n$
- $TC_n$  = Total Ongkos di *stage* ke- $n$
- $ETC$  = Ekspektasi total ongkos dalam satu siklus produksi

Sistem yang diamati adalah sebuah sistem produksi *multistage* yaitu sistem yang memproduksi satu jenis produk pada  $n$  buah *stage*. Kondisi produk dalam sistem ini terdiri dari 3 level yaitu:

1. Level 1 merupakan produk jadi;
2. Level 2 merupakan produk setengah jadi (*work in process*);
3. Level 3 merupakan bahan baku.

Proses produksi terdiri dari 2 *stage*, yaitu:

1. *Stage* ke 1 merupakan proses produksi dari bahan baku menjadi produk setengah jadi (*work in process*);
2. *Stage* ke 2 merupakan proses produksi dari produk setengah jadi (*work in process*) menjadi produk jadi.

Pada kasus ini proses tidak sempurna disebabkan oleh:

1. Kegagalan proses produksi dapat mengakibatkan produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan, sehingga produk tersebut dikategorikan sebagai produk gagal ( $N_n$ ).
2. Kesalahan dalam pemeriksaan setelah produk dihasilkan. Ben Daya dan Rahim (2003), mendefinisikan empat kategori hasil pemeriksaan dengan cara sampling:

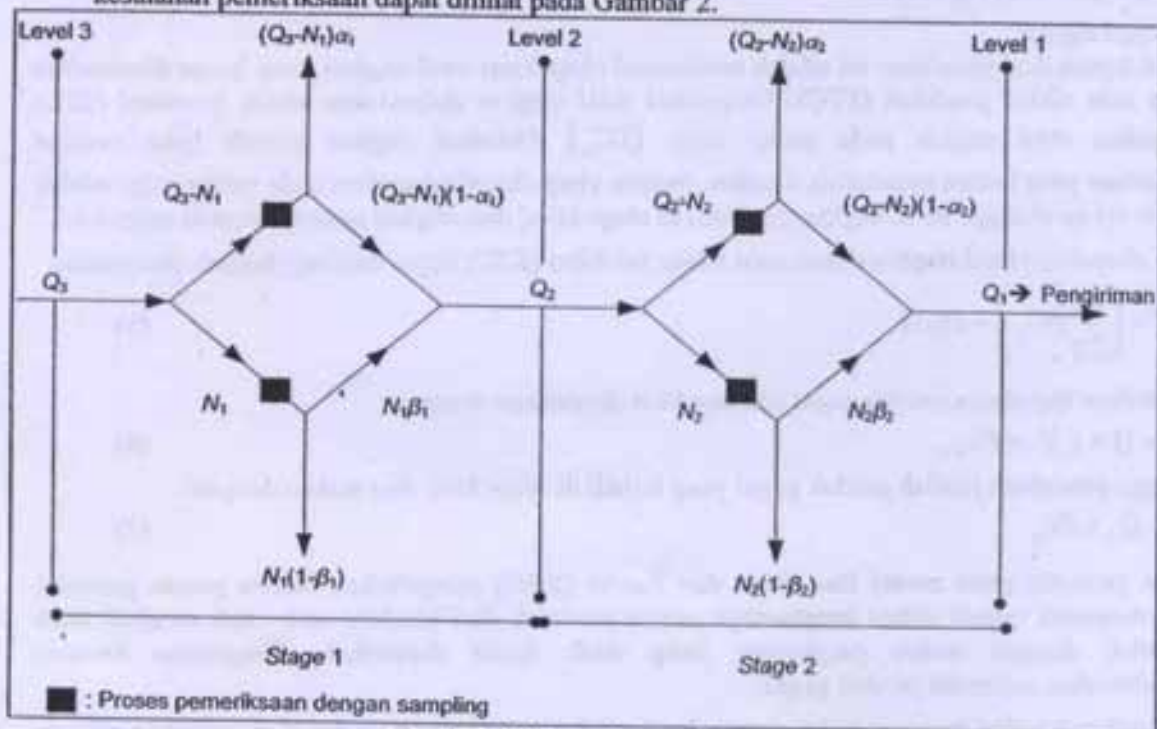
a. *Correctly accepted* (produk baik, diterima);  
 $(Q_j - N_n) \times (1 - \alpha_n)$  (1)

b. *Incorrectly rejected* (produk baik, ditolak);  
 $(Q_j - N_n) \times \alpha_n$  (2)

c. *Incorrectly accepted* (produk gagal, diterima);  
 $N_n \times \beta_n$  (3)

d. *Correctly rejected* (produk gagal, ditolak);  
 $N_n \times (1 - \beta_n)$  (4)

Kesalahan pemeriksaan dengan cara sampling (dengan probabilitas kesalahan sebesar  $\alpha$  dan  $\beta$ ) terjadi pada setiap *stage*. Ilustrasi sistem yang mempertimbangkan adanya kesalahan pemeriksaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Sistem Secara Umum

Berdasarkan Gambar 2 pada *Stage* ke-1 diproduksi bahan baku ( $Q_3$ ) hingga menjadi produk setengah jadi ( $Q_2$ ). Produksi tersebut menghasilkan sejumlah produk baik ( $Q_2 - N_1$ ) dan sejumlah produk gagal ( $N_1$ ) yang diakibatkan oleh kegagalan proses produksi. Sedangkan kesalahan dalam pemeriksaan terjadi karena proses pemeriksaan dilakukan dengan cara sampling. Jika keputusan lot ditolak maka akan terdapat probabilitas kesalahan menolak produk baik di *stage* ke-1 sebesar  $\alpha_1$ . Sebaliknya jika keputusan lot diterima, maka akan terdapat kesalahan probabilitas kesalahan

menerima produk gagal di *stage* ke-1 sebesar  $\beta_1$ . Selanjutnya pada *Stage* ke-2 diproduksi produk setengah jadi ( $Q_2$ ) hingga menjadi produk jadi ( $Q_1$ ), sama halnya dengan yang terjadi pada *stage* ke-1 produksi pada *stage* ke-2 juga mempertimbangkan proses tidak sempurna yang disebabkan oleh kegagalan proses produksi dan kesalahan dalam pemeriksaan. Kegagalan proses produksi diakibatkan oleh kegagalan mesin yang menghasilkan produk gagal pada *stage* ke-2 ( $N_2$ ). Proses pemeriksaan pada *stage* ke-2 juga dilakukan dengan cara sampling yang memungkinkan terjadinya kesalahan pemeriksaan, Jika keputusan lot ditolak, maka terdapat probabilitas kesalahan menolak produk baik di *stage* ke-2 sebesar  $\alpha_2$ . Sebaliknya jika keputusan lot diterima, maka terdapat probabilitas kesalahan menerima produk gagal di *stage* ke-2 sebesar  $\beta_2$ . Pada sistem ini terdapat kemungkinan tidak terpenuhinya jumlah permintaan, akibatnya harus membayar ongkos penalti sejumlah produk yang belum terpenuhi.

#### 4. Formulasi Model

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Variabel keputusan

Variabel keputusan pada model ini adalah ukuran lot produksi pada level ke- $j$  ( $Q_j$ ). Penentuan ukuran lot produksi dilakukan dengan mempertimbangkan proses tidak sempurna. Hal tersebut disebabkan oleh kegagalan produksi akibat kegagalan mesin dan kesalahan dalam pemeriksaan karena proses pemeriksaan dilakukan dengan sampling.

##### 2. Tahap

Keputusan ukuran lot produksi dilakukan pada setiap *stage* ke- $n$ ,  $n = 1, \dots, R$ . Tahap pengambilan keputusan dilakukan setelah melalui proses pemeriksaan, sehingga setiap *stage* dinyatakan sebagai tahap pengambilan keputusan.

##### 3. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah meminimasi ekspektasi total ongkos yang harus dikeluarkan dalam satu siklus produksi (*ETC*). Ekspektasi total ongkos dalam satu siklus produksi (*ETC*) merupakan total ongkos pada setiap *stage* ( $TC_n$ ) ditambah ongkos penalti (jika terdapat permintaan yang belum terpenuhi). Ongkos-ongkos yang dipertimbangkan pada setiap *stage* adalah ongkos *set up* di *stage* ke- $n$ , ongkos produksi di *stage* ke- $n$ , dan ongkos pemeriksaan di *stage* ke- $n$ .

Maka ekspektasi total ongkos dalam satu siklus produksi (*ETC*) dapat dihitung dengan persamaan:

$$ETC = \left( \sum_{n=1}^R TC_n \right) + P(\mu) \quad (5)$$

Probabilitas terjadinya produk gagal di *stage* ke- $n$  dinyatakan dengan:

$$Pc_n = (1 + i_n)^x \times Pc_{n-1} \quad (6)$$

sehingga penentuan jumlah produk gagal yang terjadi di *stage* ke- $n$  dinyatakan dengan:

$$N_n = Q_j \times Pc_n \quad (7)$$

Sistem produksi pada model Ben Daya dan Rahim (2003) menjelaskan bahwa proses produksi tidak sempurna terjadi akibat bergesernya proses produksi dari keadaan terkendali menjadi tidak terkendali dengan waktu pergeseran yang tidak dapat dipastikan. Pergeseran tersebut mengakibatkan sejumlah produk gagal.

Berdasarkan kondisi tersebut maka ukuran lot produksi pada level ke  $j$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{j-1} = (N_n \times \beta_n) + \{ (Q_j - N_n) \times (1 - \alpha_n) \} \quad (8)$$

#### 4.1 Ongkos-Ongkos yang Diperhitungkan

Ongkos-ongkos yang diperhitungkan dalam penelitian ini diantaranya adalah:

##### 1. Ongkos *set up* di *stage* ke-*n* ( $A_n$ )

Ongkos *set up* di *stage* ke-*n* merupakan seluruh ongkos yang berkaitan dengan pengeluaran pada saat persiapan produksi pada masing-masing *stage*.

##### 2. Ongkos produksi di *stage* ke-*n* ( $CP_n$ )

Ongkos produksi di *stage* ke-*n* merupakan keseluruhan ongkos yang dikeluarkan dari proses produksi pada masing-masing *stage*. Ongkos produksi meliputi ongkos proses produksi dan ongkos kegagalan produksi. Ongkos proses produksi dipengaruhi oleh jumlah produk yang diproduksi di level ke-*j* ( $Q_j$ ) dan ongkos proses produksi/unit di *stage* ke-*n* ( $c_n$ ), sedangkan ongkos kegagalan produksi dipengaruhi oleh jumlah produk gagal yang terjadi di *stage* ke-*n* ( $N_n$ ) dan ongkos kegagalan produksi/unit di *stage* ke-*n* ( $s_n$ ). Maka ongkos produksi di *stage* ke-*n* dinyatakan dengan:

$$CP_n = (Q_j \times c_n) + (N_n \times s_n) \quad (9)$$

##### 3. Ongkos pemeriksaan di *stage* ke-*n* ( $CI_n$ )

Ongkos pemeriksaan di *stage* ke-*n* merupakan keseluruhan ongkos yang dikeluarkan sebagai akibat dari pemeriksaan yang dilakukan di *stage* ke-*n*. Proses pemeriksaan dilakukan dengan cara sampling, sehingga ongkos ini dipengaruhi oleh besarnya ukuran sampel pada *stage* ke-*n* ( $k_n$ ) dengan ongkos pemeriksaan/unit di *stage* ke-*n* ( $v_n$ ). Selain itu, karena proses pemeriksaan dengan cara sampling maka akan terdapat kemungkinan untuk menerima produk gagal yang dipengaruhi oleh ukuran lot produksi pada level ke-*j* ( $Q_j$ ), probabilitas kesalahan menerima produk gagal di *stage* ke-*n* ( $\beta_n$ ), ongkos menerima produk gagal di *stage* ke-*n* ( $\pi_{\beta_n}$ ), dan probabilitas penerimaan di *stage* ke-*n* ( $Pa_n$ ). Berdasarkan perhitungan Juran dan Gryna (1993), yang terdapat dalam Tabel 2.1 dengan proses pemeriksaan dilakukan dengan cara sampling, diketahui bahwa ukuran sampel tidak diikutsertakan kembali ke dalam lot jika lot diterima, sedangkan untuk penelitian ini ukuran sampel yang mengalami proses pemeriksaan akan diikutsertakan kembali dalam proses di *stage* selanjutnya jika lot produksi diterima, maka ongkos pemeriksaan dapat dinyatakan dengan:

$$CI = k_n \cdot v_n + Q_j \cdot \beta_n \cdot \pi_{\beta_n} \cdot Pa_n + Q_j \cdot (1 - Pa_n) \cdot v_n \quad (10)$$

Jika lot produksi tidak diterima maka seluruh lot produksi tersebut akan mengalami sensus dan dalam penelitian ini tidak akan membahas mengenai proses sensus. Oleh karena itu, kesalahan yang akan diperhitungkan hanya kesalahan tipe 2 karena kesalahan tipe 1 hanya akan dibahas jika lot produksi ditolak.

##### 4. Ongkos penalti $P(\mu)$

Ongkos penalti merupakan besarnya ongkos yang harus dikeluarkan sebagai konsekuensi dari adanya sejumlah kekurangan pemenuhan permintaan. Ongkos penalti dipengaruhi oleh jumlah permintaan yang belum terpenuhi ( $\mu$ ) dan ongkos penalti/unit ( $p$ ).

$$\mu = D - Q_1 \quad (11)$$

$$P(\mu) = \mu \times p \quad (12)$$

#### 5. Analisis dan Pengujian Model

Data pengujian model terdapat pada Tabel 1. Nilai  $Pc_0$  dan  $i_n$  diperoleh dari data hasil penelitian Astria (2006), sedangkan nilai  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $1 - \alpha_1$ ,  $1 - \alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $1 - \beta_1$ , dan  $1 - \beta_2$  diperoleh dari data hasil penelitian Ben Daya dan Rahim (2003).

Tabel 1. Set Data

Keterangan	Notasi	Nilai
Jumlah permintaan	$D$	5
Kapasitas produksi di <i>stage</i> ke-1	$K_1$	10
Kapasitas produksi di <i>stage</i> ke-2	$K_2$	9
Probabilitas kesalahan menolak produk baik di <i>stage</i> ke-1	$\alpha_1$	0,01
Probabilitas kesalahan menolak produk baik di <i>stage</i> ke-2	$\alpha_2$	0,01
Probabilitas benar menerima produk baik di <i>stage</i> ke-1	$1 - \alpha_1$	0,99
Probabilitas benar menerima produk baik di <i>stage</i> ke-2	$1 - \alpha_2$	0,99
Probabilitas kesalahan menerima produk gagal di <i>stage</i> ke-1	$\beta_1$	0,01
Probabilitas kesalahan menerima produk gagal di <i>stage</i> ke-2	$\beta_2$	0,01
Probabilitas benar menolak produk gagal di <i>stage</i> ke-1	$1 - \beta_1$	0,99
Probabilitas benar menolak produk gagal di <i>stage</i> ke-2	$1 - \beta_2$	0,99
Probabilitas terjadinya produk gagal di <i>stage</i> ke 0 (persiapan)	$Pc_0$	0,15
Laju kenaikan probabilitas produk gagal di <i>stage</i> ke-1	$i_1$	0,2
Laju kenaikan probabilitas produk gagal di <i>stage</i> ke-2	$i_2$	0,3
Ongkos <i>set up</i> di <i>stage</i> ke-1	$A_1$	100
Ongkos <i>set up</i> di <i>stage</i> ke-2	$A_2$	35
Ongkos proses produksi/unit di <i>stage</i> ke-1	$c_1$	10
Ongkos proses produksi/unit di <i>stage</i> ke-2	$C_2$	5
Ongkos pemeriksaan/unit di <i>stage</i> ke-1	$v_1$	5
Ongkos pemeriksaan/unit di <i>stage</i> ke-2	$v_2$	1,75
Ongkos menerima produk gagal/unit di <i>stage</i> ke-1	$\pi_{p,1}$	10
Ongkos menerima produk gagal/unit di <i>stage</i> ke-2	$\pi_{p,2}$	5
Ongkos kegagalan produksi/unit di <i>stage</i> ke-1	$s_1$	10
Ongkos kegagalan produksi/unit di <i>stage</i> ke-2	$s_2$	5
Ongkos penalti/unit	$P$	1000

Pengujian model dilakukan untuk mengetahui cara kerja model terhadap input yang diberikan sebagai parameter yang terdapat pada set data. Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan pengujian model adalah:

1. Menentukan ukuran lot bahan baku ( $Q_3$ ) yang harus diproduksi.

Penentuan bahan baku ( $Q_3$ ) yang harus diproduksi dilakukan dengan cara menentukan jumlah produksi bahan baku yang mempertimbangkan *demand* dan kapasitas produksi. Sesuai dengan set data, *demand* sebesar 5 dan kapasitas produksi sebesar 10. Produk yang diamati bersifat diskrit, maka kemungkinan ukuran lot yang akan diproduksi pada level ke 3 adalah antara 5 unit sampai dengan 10 unit.

2. Menentukan jumlah produk gagal yang terjadi di *stage* ke-1 ( $N_1$ ).

Penentuan jumlah produk gagal yang terjadi di *stage* ke-1 ( $N_1$ ), dilakukan dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kegagalan produksi pada *stage* ke-1, sehingga menimbulkan probabilitas terjadinya produk gagal di *stage* ke-1 ( $Pc_1$ ) yang dihitung berdasarkan model yang dikembangkan oleh Astria (2006). Dengan  $Q_3$  sebagai populasi dan  $Pc_1$  sebagai probabilitas kegagalan produk, maka jumlah produk gagal yang terjadi di *stage* ke-1 dapat dilihat pada Tabel 2.



Tabel 2. Jumlah Produk Gagal yang Terjadi di *stage* ke-1 ( $N_1$ )

$Q_3$	$Pc_1$	$N_1$
5	0,1800	0,9000
6		1,0800
7		1,2600
8		1,4400
9		1,6200
10		1,8000

3. Menentukan ukuran lot produk setengah jadi ( $Q_2$ ).

Pemeriksaan dilakukan dengan cara sampling berdasarkan sistem AQL (MIL-STD-105D). Dengan mengambil nilai AQL sebesar 6,5% sesuai data pada penelitian Perdana (2003) dan taraf pemeriksaan umum taraf II, maka untuk ukuran lot produksi 5-8 ukuran sampel yang diambil adalah 2 dan untuk ukuran lot produksi 9-10 ukuran sampel yang diambil adalah . Pemeriksaan yang dilakukan adalah normal maka diperoleh bilangan penerimaan sebesar 0 dan bilangan penolakan sebesar 1. Dengan kata lain jika keseluruhan sampel baik maka seluruh lot akan diterima. Sebaliknya jika terdapat minimal 1 sampel gagal, maka akan diambil keputusan lot ditolak. Tetapi untuk penelitian ini jika terjadi penolakan lot, maka akan langsung dilakukan pemeriksaan menggunakan sensus (pemeriksaan sensus tidak dibahas dalam penelitian ini). Ukuran lot produk setengah jadi ( $Q_2$ ) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Ukuran Lot Produk Setengah Jadi ( $Q_2$ )

$N_1 \times \beta_1$	$(Q_3 - N_1) \times (1 - \alpha_1)$	$Q_2$
0,0090	4,0590	4,0680
0,0108	4,8708	4,8816
0,0126	5,6826	5,6952
0,0144	6,4944	6,5088
0,0162	7,3062	7,3224
0,0180	8,1180	8,1360

Ukuran lot produk setengah jadi ( $Q_2$ ), selanjutnya dijadikan sebagai input pada *stage* ke-2 untuk menentukan ukuran lot produk jadi.

4. Menentukan Total ongkos di *stage* ke-1 ( $TC_1$ ).

Total Ongkos di *stage* ke-1 ( $TC_1$ ) dihitung berdasarkan:

- Ongkos *set-up* pada *stage* ke-1 ( $A_1$ )
- Ongkos produksi pada *stage* ke-1 ( $CP_1$ )
- Ongkos inspeksi pada *stage* ke-1 ( $CI_1$ ), dihitung berdasarkan persamaan (4.9). Perhitungan untuk besarnya probabilitas penerimaan di *stage* ke-1 ( $Pa_1$ ) dan probabilitas penolakan di *stage* ke-1 ( $1-Pa_1$ ) dapat dilihat pada Lampiran B-4.

Total ongkos pada *stage* ke-1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Total Ongkos Pada Stage ke-1

$A_1$	Ongkos			$TC_1$
	$CP_1$		$CI_1$	
	$c_1$	$s_1$		
100	50	9,0000	18,5262	177,5262
100	60	10,8000	20,2314	191,0314
100	70	12,6000	21,9367	204,5367
100	80	14,4000	23,6419	218,0419
100	90	16,2000	35,6847	241,8847
100	100	18,0000	37,9830	255,9830

5. Menentukan jumlah produk gagal yang terjadi di stage ke-2 ( $N_2$ ).

Penentuan jumlah produk gagal yang terjadi di stage ke-2 ( $N_2$ ), sama dengan cara menentukan jumlah produk gagal yang terjadi di stage ke-1 ( $N_1$ ), yaitu dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kegagalan produksi pada stage ke-2, sehingga menimbulkan probabilitas terjadinya produk gagal di stage ke-2 ( $Pc_2$ ) yang dihitung berdasarkan model yang dikembangkan oleh Astria (2006). Dengan  $Q_2$  sebagai populasi dan  $Pc_2$  sebagai probabilitas kegagalan produk, maka jumlah produk gagal yang terjadi di stage ke-2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Produk Gagal yang Terjadi di stage ke-2 ( $N_2$ )

$Q_2$	$Pc_2$	$N_2$
4,0680	0,2340	0,9519
4,8816		1,1423
5,6952		1,3327
6,5088		1,5231
7,3224		1,7134
8,1360		1,9038

6. Menentukan ukuran lot produk jadi ( $Q_1$ ).

Pemeriksaan pada stage ke-2 juga menggunakan cara sampling berdasarkan sistem AQL (MIL-STD-105D). Dengan mengambil nilai AQL tetap sebesar 6,5% sesuai data pada penelitian Perdana (2003) dan taraf pemeriksaan umum taraf II, maka untuk ukuran lot produksi 4-8 ukuran sampel yang diambil adalah 2 dan untuk ukuran lot produksi 9 ukuran sampel yang diambil adalah 3. Pemeriksaan yang dilakukan adalah normal maka diperoleh bilangan penerimaan sebesar 0 dan bilangan penolakan sebesar 1. Dengan kata lain jika keseluruhan sampel baik maka seluruh lot akan diterima. Sebaliknya jika terdapat minimal 1 sampel gagal, maka akan diambil keputusan lot ditolak. Tetapi untuk penelitian ini jika terjadi penolakan lot maka akan langsung dilakukan pemeriksaan menggunakan sensus (pemeriksaan sensus tidak dibahas dalam penelitian ini). Ukuran lot produk jadi ( $Q_1$ ) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Ukuran Lot Produk Jadi ( $Q_1$ )

$N_2 \times \beta_2$	$(Q_2 - N_2) \times (1 - \alpha_2)$	$Q_1$
0,0095	3,0849	3,0944
0,0114	3,7019	3,7133
0,0133	4,3189	4,3322
0,0152	4,9359	4,9511
0,0171	5,5529	5,5700
0,0190	6,1699	6,1889

7. Menentukan total ongkos di *stage* ke-2 ( $TC_2$ ).

Total Ongkos di *stage* ke-2 ( $TC_2$ )

- a. Ongkos *set-up* pada *stage* ke-2 ( $A_2$ )
- b. Ongkos produksi pada *stage* ke-2 ( $CP_2$ )
- c. Ongkos inspeksi pada *stage* ke-2 ( $CI_2$ ).

Perhitungan untuk besarnya probabilitas penerimaan di *stage* ke-2 ( $Pa_2$ ) dan probabilitas penolakan di *stage* ke-2 ( $1-Pa_2$ ) dapat dilihat pada Lampiran B-8. Total ongkos pada *stage* ke-2 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Total Ongkos Pada *Stage* ke-2

$A_2$	Ongkos			$TC_2$
	$CP_2$		$CI_2$	
	$c_2$	$s_2$		
35	20,3400	4,7596	6,5612	60,0996
35	24,4080	5,7115	7,1735	65,1195
35	28,4760	6,6634	7,7857	70,1394
35	32,5440	7,6153	8,3980	75,1593
35	36,6120	8,5672	9,0102	80,1792
35	40,6800	9,5191	13,2715	85,1991

8. Menentukan ongkos penalti ( $P$ )

Ongkos penalti merupakan ongkos yang harus dikeluarkan sebagai konsekuensi dari sejumlah permintaan yang belum terpenuhi.

9. Menentukan total ongkos satu siklus produksi ( $ETC$ ).

Total ongkos satu siklus produksi ditentukan berdasarkan total ongkos pada *stage* ke-1 dan *stage* ke-2.

Dari tahapan-tahapan proses pengujian model untuk set data, diperoleh rekapitulasi solusi yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Solusi Pengujian Model Set Data

$Q_3$	$Q_2$	$TC_2$	$Q_1$	$TC_1$	Ongkos Penalti	$ETC$
5	4,0680	60,0996	3,0944	177,5262	1905,5538	2149,7408
6	4,8816	65,1195	3,7133	191,0314	1286,6645	1549,9889
7	5,6952	70,1394	4,3322	204,5367	667,7753	950,2371
8	6,5088	75,1593	4,9511	218,0419	48,8860	350,4852
9	7,3224	80,1792	5,5700	231,5471	0	331,0241
10	8,1360	85,1991	6,1889	255,9830	0	354,4536

## 6. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menghasilkan model penentuan ukuran lot pada produksi *multistage* yang mempertimbangkan proses tidak sempurna. Penentuan ukuran lot yang dihasilkan merupakan ukuran lot produksi bahan baku, produk setengah jadi, dan produk jadi. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mempertimbangkan adanya sejumlah produk yang *direrwork* akibat kegagalan proses produksi dan mempertimbangkan proses pemeriksaan dengan sensus, ketika keputusan lot ditolak.

## 7. Daftar Pustaka

Astria, V., 2006, *Model Optimisasi Penentuan Ukuran Lot Produksi Dengan Mempertimbangkan Probabilitas Kegagalan Produksi*, Tugas Akhir, Program Sarjana Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Ben Daya, M., dan Rahim, A., 2003, "Optimal Lot-Sizing Quality Improvement And Inspection Errors For Multistage Production Systems", *International Journal Of Production Research*, Vol. 41, No. 1, Page 65-79.

Dimiyati. T. T., 2004, *Model Penentuan Ukuran Lot Produksi Pada Sistem Manufaktur Make To Order*, [Online]. Available: [www.Google.com/Digital Library IAIN Sunan Ampel/](http://www.Google.com/Digital Library IAIN Sunan Ampel/) [2009, Agustus 14].

Grant, E. L., dan Leavenworth, R. S., *Statistical Quality Control*, Hudaya Kandahjaya, Ir., M.Sc, Erlangga, Jakarta, 1998.

Juran, J. M., dan Gryna, F. M., *Quality Planning And Analysis*, McGraw-Hill International, Singapore, 1993.

Perdana, A. S., 2008, *Model Optimisasi Ukuran Lot Produksi yang Mempertimbangkan Inspeksi Sampling Dengan Kriteria Minimisasi Total Ongkos*, Tugas Akhir, Program Sarjana Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Soemadi, K., 2004, *Model Penggantian Optimal Untuk Mesin Reparabel Bergaransi Dengan Pemograman Dinamis*, Disertasi, Program Doktor Institut Teknologi Bandung, Bandung.